

**PERBANDINGAN EFEKTIVITAS BIOADSORBEN SERBUK  
KULIT SINGKONG DAN SERBUK KULIT PINANG  
TERHADAP LOGAM Pb(II) LIMBAH CAIR  
LABORATORIUM FARMASI**

Oleh :

**RISKY ASRINA MORIJAN**

**191148201101**

**SKRIPSI**

**Untuk memenuhi salah satu syarat ujian  
guna memperoleh gelar Sarjana Farmasi**



**PROGRAM STUDI S-1 FARMASI  
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN DIRGAHAYU  
SAMARINDA  
2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PERBANDINGAN EFEKTIVITAS BIOADSORBEN SERBUK KULIT SINGKONG DAN SERBUK KULIT PINANG TERHADAP LOGAM Pb(II) LIMBAH CAIR LABORATORIUM FARMASI

Dipersiapkan dan disusun oleh:

**RISKY ASRINA MORIJAN**  
191148201101

Telah dipertahankan di depan Tim penguji pada tanggal 10 Agustus 2023

#### Pembimbing Utama



Nurillahi Febria Leswana, M.Sc

NIDN. 1108029403

Mengetahui,  
Ketua Program Studi S-1 Farmasi



apt. Liniati Geografi, M.Sc

NIDN. 1123058401

#### Pembimbing Pendamping



Maria Elvina Tresia Butar-Butar, M.Farm

NIDN. 1117049501

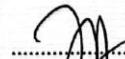
Tim Penguji:

**Ketua:** apt. Reksi Sundu, M.Sc

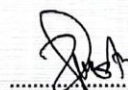


**Anggota:**

1. apt. Muh. Taufiqurrahman, M.Farm



2. Nurillahi Febria Leswana, M.Sc



## **PEDOMAN PENGGUNAAN DAN PERBANYAK SKRIPSI**

Skripsi sarjana yang terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Dirgahayu Samarinda, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Dirgahayu Samarinda. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh isi skripsi haruslah seizin Ketua Prodi Farmasi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Dirgahayu Samarinda.

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar sarjana, baik di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Dirgahayu Samarinda maupun perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan dari pihak lain, kecuali arahan dari Tim Pembimbing dan masukan Tim Penelaah/Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari

terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Samarinda, 07 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Risky Asrina Morijan

## LEMBAR KUTIPAN

Kutipan atau saduran baik sebagian ataupun seluruh naskah, harus menyebut nama nama pengarang dan sumber aslinya, yaitu Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan seDirgahayu Samarinda.

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Pertama-tama saya ucapkan terimakasih kepada Tuhan Yesus Kristus atas karunia-Nya saya bisa menyelesaikan skripsi ini tepat waktu, dan kepada diri sendiri yang sudah kuat melewati proses.

Skripsi ini saya persembahkan untuk orang tua, keluarga, dosen, sahabat, teman, dan pihak lainnya yang telah memberikan dukungan dan semangat agar dapat menyelesaikan dengan cepat dan tepat pada waktunya.

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**PERBANDINGAN EFEKTIVITAS BIOADSORBEN SERBUK KULIT SINGKONG DAN SERBUK KULIT PINANG TERHADAP LOGAM Pb(II) LIMBAH CAIR LABORATORIUM FARMASI**”.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan skripsi pada program Strata-1 di Jurusan Farmasi, STIKES Dirgahayu Samarinda.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dosen Pembimbing Ibu Nurillahi Febria Leswana, M.Sc dan Ibu Maria Elvina Tresia Butar-Butar, M.Farm atas bimbingan, nasihat, dukungan, serta pengorbanan yang diberikan. Pada kesempatan ini, tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Ns. Vinsensia Tetty, M.Kep. selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Dirgahayu Samarinda.
2. Ibu apt. Liniati Geografi, M.Sc. selaku Ketua Program Studi S1 Farmasi.
3. Ibu apt. Oktaviana Maria Simbolon, M.Farm.klin. selaku Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
4. Seluruh staf dosen, staf administrasi serta karyawan Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Samarinda.
5. Teristimewa untuk orang tua saya Bapak Morijan Uda dan Ibu Igit Lie yang telah memberikan kasih sayangnya, perhatian, dan dukungan moril maupun material tanpa henti bagi orang tua yang sangat luar biasa.
6. Terkasih kedua adik saya Gelvenus Venta Morijan penulis serta menguatkan penulis dalam doa-doanya, akan masa depan dan
7. serata keluarga yang telah membantu, mendoakan, mendukung, dan memberikan semangat kepada penulis.
8. Serta teman-teman angkatan 2019 yang telah memberikan insiprasi dan

kegembiraan selama penulis kuliah di Sekolah Tinggi Ilmu KesehatanDirgahayu Samarinda.

Skripsi ini masih banyak kekurangan dan tidak luput dari kesalahan dikarenakan pengetahuan yang masih sangat terbatas. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan diharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi bidang kesehatan dan penerapan di lapangan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut.

Samarinda, 07 Agustus 2023



Risky Asrina Morijan

## ABSTRAK

Limbah cair laboratorium farmasi merupakan sumber pencemar logam berat yang dapat berbahaya bagi makhluk hidup jika tidak diolah dengan baik. Salah satu logam berat tersebut adalah timbal (Pb) yang jika dibuang langsung ke lingkungan dapat merusak lingkungan dan gangguan kesehatan. Untuk mengadsorpsi logam berat tersebut dapat digunakan bioadsorben salah satunya adalah kulit singkong dan kulit pinang karena mengandung selulosa dan pektin, pada penelitian ini dilakukan pengukuran kadar Pb dalam limbah sebelum dan sesudah adsorpsi menggunakan metode spektrofotometri UV-Visible dan reagen yang digunakan alizarin sulfonat dari variasi pH optimum, waktu kontak optimum, dan massa optimum metode validasi yang dilakukan adalah presisi dan akurasi. Hasil diperoleh adalah kulit buah pinang optimum pada pH 5, waktu kontak 45 menit, dan massa 175 mg. Sedangkan pada kulit singkong pada pH 5, waktu kontak 75 menit, dan massa 75 mg. Perbandingan % efektivitas pada kondisi optimumnya adalah % kulit pinang memiliki 83,385% dan % kulit singkong 54,462%, serapan yang lebih bagus dinyatakan pada validasi metode menunjukkan nilai akurasi 80-110% dan nilai presisi tidak lebih dari 2%, valid memenuhi persyaratan.

**Kata Kunci** : Serbuk Kulit Singkong, Serbuk Kulit Pinang, Timbal (Pb), Spektrofotometri UV-Visible

## **ABSTRACT**

*Pharmaceutical laboratory liquid waste is a source of heavy metal pollutants which can be harmful to living things if not treated properly. One of these heavy metals is lead (Pb), which if discharged directly into the environment can damage the environment and cause health problems. To absorb these heavy metals, bio-adsorbents can be used, one of which is cassava peel and areca nut peel because they contain cellulose and pectin. In this study, measurements of Pb levels in the waste before and after adsorption were carried out using the UV-Visible spectrophotometry method and the reagent used was alizarin sulfonate of various pH. optimum, optimum contact time, and optimum mass of the validation method carried out is precision and accuracy. The results obtained were the optimum areca nut skin at pH 5, contact time 45 minutes, and mass 175 mg. Whereas cassava peel at pH 5, contact time 75 minutes, and mass 75 mg. Comparison of % effectiveness in optimum conditions is % areca nut skin 83.385% and % cassava peel 54.462%, better absorption is stated as method validation shows an accuracy value of 80-110% and a precision value of not more than 2%, valid to meet the requirements.*

**Keywords:** *Cassava Skin Powder, Ko nut Skin Powder, Timbal (Pb), UV spectrophotometry-Visible*

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>PEDOMAN PENGGUNAAN DAN PERBANYAK SKRIPSI.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR KUTIPAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1. Kulit Singkong.....	6
2.2. Kulit Pinang.....	7
2.3. Adsorpsi .....	7
2.4. Logam Pb .....	7
2.5 Limbah Cair Laboratorium Farmasi.....	8
2.6 Spektrofotometri UV-Visible .....	9
2.6.1 Prinsip Kerja Spektrofotometri UV-Visible .....	9
2.6.2 Hukum Lambert-Beer .....	9
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>11</b>
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	11
3.1.1 Waktu Penelitian .....	11
3.1.2 Tempat Penelitian .....	11
3.2. Alat dan Bahan .....	11
3.2.1. Alat .....	11

3.2.2. Bahan.....	11
3.3. Prosedur Penelitian.....	11
3.3.1. Pembuatan Serbuk Kulit Buah .....	12
3.3.2. Pembuatan Pereaksi Alizarin .....	12
3.3.3. Penentuan Konsentrasi Pb dalam Limbah dan Uji Efektivitas Adsorben.....	12
1. Pembuatan Larutan Standar Timbal(II) Nitrat .....	12
2. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	12
3. Penentuan Stabilitas Kompleks Pb Alizarin Sulfonat .....	12
4. Penetapan Kurva Kalibrasi.....	13
5. Penentuan Kadar Pb(II) Dari Limbah Cair Laboratorium Farmasi.....	13
6. Penentuan pH Optimum.....	13
7. Penentuan Waktu Kontak Optimum .....	13
8. Penentuan Massa Optimum.....	14
3.3.4. Uji Verifikasi Metode.....	14
3.3.5. Pengolahan Data.....	15
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>18</b>
4.1 Hasil .....	18
4.1.2 Uji Kuantitatif .....	18
4.2 Pembahasan .....	23
4.1.3 Uji Kuantitatif .....	23
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>28</b>
5.1 Kesimpulan.....	28
5.2 Saran.....	28
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>29</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>31</b>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Limbah laboratorium merupakan salah satu limbah yang cukup banyak jumlahnya tetapi belum mendapatkan perhatian khusus. Pengolahan limbah laboratorium belum menjadi hal utama yang harus diselesaikan. Pada umumnya limbah laboratorium dari lembaga pendidikan langsung dibuang ke dalam *wastafel* pembuangan atau hanya ditampung pada jerigen-jerigen limbah untuk selanjutnya dikirim ke lembaga-lembaga pengolah limbah yang bersertifikat. Banyaknya bahan organik dan anorganik yang terkandung dalam limbah laboratorium jika dibuang langsung ke lingkungan dapat merusak lingkungan seperti rusaknya struktur tanah, terganggunya keseimbangan ekosistem, serta dapat menyebabkan gangguan kesehatan (Fajri, 2018). Laboratorium akan menghasilkan limbah, baik limbah padat, limbah cair, ataupun limbah yang berbentuk gas yang berasal dari hasil cucian peralatan, hasil atau sisa reaksi bahan kimia, bahan sekali pakai, atau bahan berbahaya dan beracun yang telah digunakan saat kegiatan berlangsung (Lasut, 2006). Bahan yang terkandung dalam air limbah laboratorium tergolong limbah bahan berbahaya dan beracun (B3), seperti Pb (timbal) dan logam berat lainnya (Angraini, 2022). Limbah yang dihasilkan dari laboratorium berasal dari hasil buangan kegiatan pengujian seperti bahan kimia baik organik maupun anorganik, salah satu logam berat berbahaya dan dominan yang sering ditemukan dari limbah laboratorium pengujian adalah logam Pb (II) (Kardiman, 2019).

Limbah yang mengandung Pb merupakan golongan limbah beracun dan berbahaya atau limbah B3 (Widayanto dkk., 2017). Beberapa gangguan yang dapat diakibatkan oleh adanya akumulasi Pb dalam tubuh adalah gangguan pada janin untuk ibu hamil, juga gangguan pada sistem syaraf serta gangguan ginjal (Bilal *et al.*, 2018). Bila konsentrasi timbal dalam darah lebih besar dari 20 g/dl dapat menurunkan hemoglobin dan meningkatkan resiko terkena anemia (Liu, 2012). Selain itu, keracunan Pb akan menimbulkan gejala rasa logam di mulut, garis hitam pada gusi, gangguan *gastrointestinal*, *anorexia*, muntah-muntah,

*ecephalitis*, perubahan keperibadian, kelumpuhan dan kebutaan (Said, 2010). pengolahan limbah dengan menggunakan jasa lembaga pengolah limbah yang bersertifikat membutuhkan biaya yang cukup tinggi sehingga akan meningkatkan biaya pemeliharaan lingkungan bagi lembaga pendidikan tersebut. Untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan penanganan limbah menggunakan bioadsorben, adsorben digunakan karena dipercaya lebih efektif dapat menyerap berbagai pengotor organik dan anorganik. Air limbah laboratorium seharusnya tidak dibuang langsung ke lingkungan tanpa pengolahan lebih lanjut. Hal ini dapat menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan yang dampaknya juga dirasakan oleh makhluk hidup (Larastika, 2011).

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan untuk mengadsorpsi logam berat Pb, diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Zaini dan Sami (2016), kulit kacang mampu sebagai bioadsorben karena adanya akitvaktor dan waktu kontak antara adsorbat dan adsorben. Berdasarkan Nina dkk. (2015), kulit durian mampu sebagai bioadsorben karena kulit durian mengandung pektin, pektin kulit durian memiliki daya serap terhadap logam berat timbal sebesar 47%. Berdasarkan Prastika Alifahturrahma dan Okik Hendriyanto C (2018), kulit pisang kepok mampu sebagai bioadsorben karena kulit pisang kepok dalam menurunkan Cu pada limbah elektroplating diperoleh yang terbaik dengan ukuran mesh 100 sebanyak 4 gram pada kecepatan pengadukan 200 rpm sebesar 81,78%. Metode adsorpsi memiliki beberapa kelebihan, diantaranya adalah prosesnya relatif sederhana, efektifitas, dan efesiensinya relatif tinggi serta tidak memberikan efek samping berupa zat beracun (Volesky dkk., 2005). Salah satu cara penanganan pencemaran logam berat adalah dengan menggunakan bioadsorben dari kulit singkong yang memiliki kandungan protein, selulosa nonreduksi, serat kasar yang tinggi (Purnama, 2020). Kulit buah pinang juga dapat dimanfaatkan dan bisa dijadikan sebagai material bioadsorpsi untuk menghilangkan logam karena mengandung selulosa (Rosalina, 2019).

Berdasarkan latar belakang di atas sehingga peneliti tertarik untuk meneliti kemampuan absorpsi dari serbuk kulit singkong dan serbuk buah kulit pinang pada logam Pb limbah labratorium farmasi dengan metode Spektrofotometri UV-Visible.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

**1.2.1** Berapakah efektivitas adsorpsi serbuk kulit singkong dan serbuk kulit pinang terhadap logam Pb limbah cair laboratorium farmasi ?

**1.2.2** Bagaimana perbandingan kemampuan adsorpsi serbuk kulit singkong dan serbuk kulit pinang terhadap logam Pb limbah cair laboratorium farmasi?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

**1.3.1** Menentukan efektivitas adsorpsi serbuk kulit singkong dan serbuk kulit pinang terhadap logam Pb limbah cair laboratorium farmasi.

**1.3.2** Mengetahui perbandingan kemampuan adsorpsi serbuk kulit singkong dan serbuk kulit pinang terhadap logam Pb limbah cair laboratorium farmasi.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

**1.4.1** Memanfaatkan limbah kulit singkong dan kulit pinang sebagai bioadsorben pada logam berat limbah cair laboratorium farmasi.

**1.4.2** Menemukan alternatif pengolahan limbah dari bahan alam yaitu kulit singkong dan kulit pinang.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kulit Singkong**

##### **2.1.1 Klasifikasi Kulit Singkong**

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Euphorbiales</i>
Familia	: <i>Euphorbiaceae</i>
Genus	: <i>Manihot</i>
Spesies	: <i>Manihot esculenta crantz</i> (Bargumono, 2012).

Kulit singkong merupakan salah satu material sisa hasil pertanian yang belum banyak dimanfaatkan dan memiliki potensi cukup baik jika digunakan sebagai adsorben logam berat karena mengandung selulosa non reduksi yang cukup efektif mengikat ion logam. Selulosa merupakan komponen utama pada tumbuhan yang ditemukan di dalam dinding sel buah-buahan dan sayur-sayuran seperti kayu, dan daun, dan tidak dapat di cerna oleh sistem pencernaan manusia biasanya digunakan sebagai serat makanan. Selama ini, limbah kulit singkong belum dimanfaatkan secara maksimal, padahal limbah ini bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif (Maulinda dkk., 2015). Kulit singkong dijadikan sebagai adsorben karena mengandung lignoselulosa yang berpotensi untuk mengadsorpsi limbah kationik. Lignoselulosa adalah sebutan umum untuk bahan yang terdiri atas hemiselulosa, selulosa dan lignin. Gugus fungsional utama pada permukaan material lignoselulosa adalah hidroksil, aldehid, karboksilat, dan gugus siano. Oleh karena itu, bahan lignoselulosa merupakan salah satu biosorben yang paling sering dimanfaatkan karena ketersediaannya yang cukup besar dan murah (Irawati dkk., 2018). Disisi lain limbah kulit singkong dijadikan sebagai adsorben berupa karbon aktif karena mengandung lignoselulosa yang memiliki

potensi untuk mengadsorpsi limbah kationik (Kosasih dkk., 2010). Lignoselulosa adalah sebutan umum untuk bahan yang terdiri atas hemiselulosa, selulosa dan lignin. Gugus fungsional utama yang dimiliki pada permukaan material lignoselulosa adalah hidroksil, aldehyd, karboksilat dan gugus siano (Horsfall dkk., 2006).

## 2.2 Kulit Pinang

### 2.2.1 Klasifikasi Kulit Pinang

Nama	: Pinang
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Subdivisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Monocotyledoneae</i>
Ordo	: <i>Arecales</i>
Famili	: <i>Arecaceae</i>
Genus	: <i>Areca</i>
Spesies	: <i>Areca catechu L.</i> (Hidayat, 1991).

Tanaman pinang memiliki beberapa manfaat seperti pada bagian daun nya mengandung minyak atsiri sehingga dapat digunakan untuk mengobati gangguan radang tenggorokan dan bisa digunakan sebagai atap rumah. Pada bagian pelepah pinang digunakan sebagai pembungkus makanan (pengganti styrofoam) dan bagian batangnya sebagai bahan bangunan (Thamrin *et al.*, 2012). Sebagian besar masyarakat, hanya memanfaatkan biji buah pinang sebagai pewarna kain dan bahan makanan seperti campuran pada sirih dan upacara adat. Setelah diambil bagian bijinya dan membiarkan kulit buah pinang terbuang tanpa adanya penanganan lebih lanjut, sehingga menambah produksi sampah yang sudah ada. Sementara itu ada juga yang membakar kulit buah pinang tersebut, sehingga menghasilkan polusi yang dapat mencemari lingkungan. Padahal pada kulit buah pinang mengandung kadar senyawa organik yaitu selulosa yang dapat digunakan sebagai bahan dalam pembuatan pupuk organik cair (Rosalina, 2019). Selain itu, pada kulit buah pinang memiliki kandungan selulosa yang tinggi yang dapat digunakan sebagai filler untuk penguatan dalam pembuatan bioplastik (Tamiogy *et al.*, 2019).

Kandungan kimia pada pinang terdiri dari beberapa komponen utama seperti lemak, polifenol termasuk flavonoid dan tanin, alkaloid dan mineral. Selain itu, tanaman ini juga mengandung selulosa. Pada kulit buah pinang mengandung 65,8% selulosa (Pilon, 2007). Sedangkan pada biji buahnya mengandung serat dengan kadar selulosa 53,20% (Kencanawati *et al.*, 2018).

### **2.3 Adsorpsi**

Adsorpsi adalah suatu fenomena permukaan karena akumulasi suatu spesies pada batas permukaan padat-cair (Damayanti, 2020). Adsorpsi merupakan proses penyerapan zat pada permukaan adsorben yang disebabkan oleh adanya gaya tarik menarik antara molekul padatan dengan materi terserap maupun interaksi kimia. Gaya tarik antar molekul atau atom ini membentuk suatu lapisan tipis yang menutupi permukaannya (Maghfirana, 2019). Menurut Swashta (2010) gaya-gaya molekul pada permukaan cairan atau padatan berada dalam keadaan tidak seimbang atau tidak jenuh. Sebagai ketidak jenuhan ini permukaan padatan atau cairan cenderung untuk menarik dan menahan gas-gas atau substansi substansi terlarut pada saat mengalami kontak. Bahan yang diserap dinamakan adsorbat, sedangkan daerah tempat terjadinya penyerapan disebut adsorben (Kurniawan, 2015). Adsorpsi merupakan salah satu cara efektif untuk menyerap kandungan berbahaya yang terdapat pada limbah cair dan sering dilakukan dalam proses penanganan limbah cair industri. Pada proses adsorpsi ada beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu pH larutan, waktu kontak, suhu dan berat adsorben. Berat adsorben berpengaruh pada jumlah gugus aktif yang membuat semakin banyak jumlah adsorben maka akan memberikan luas permukaan yang semakin besar bagi adsorbat untuk teradsorpsi. kapasitas adsorpsi menyatakan banyaknya adsorbat yang mampu terakumulasi pada permukaan adsorben sehingga ketika proses adsorpsi berlangsung pada kondisi optimum maka akan diperoleh adsorben dengan kapasitas adsorpsi maksimum (Damayanti, 2020).

### **2.4 Logam Berat**

Logam berat merupakan unsur penting yang dibutuhkan setiap makhluk hidup. Logam berat yang termasuk elemen mikro merupakan kelompok logam berat yang non-esensial yang tidak mempunyai fungsi sama sekali dalam tubuh. Logam tersebut bahkan sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan (toksik) pada manusia yaitu timbal (Pb), merkuri (Hg), arsenik (As), dan kadmium (Cd) (Agustina, 2010). Pencemaran logam berat dalam lingkungan bisa menimbulkan bahaya bagi kesehatan, baik pada manusia, hewan, tanaman, maupun lingkungan. Logam berat dapat menimbulkan efek gangguan terhadap kesehatan manusia,

tergantung pada bagian mana dari logam berat tersebut yang terkait dalam tubuh serta besarnya dosis paparan. Efek toksik dari logam berat mampu menghalangi kerja enzim sehingga mengganggu metabolisme tubuh, menyebabkan alergi, bersifat mutagen, teratogen, atau karsinogen bagi manusia maupun hewan. Tingkat toksisitas logam berat terhadap manusia dari yang paling toksik adalah Hg, Cd, Ag, Ni, Pb, As, Cr, Sn, Zn. (Widowati, *et al.*, 2008).

## **2.5 Limbah Cair Laboratorium Farmasi**

Kegiatan yang dilakukan di laboratorium sangat erat dengan penggunaan bahan kimia yang bersifat asam, korosif, dan bahan toksik. Kegiatan di laboratorium juga menghasilkan limbah cair dengan kandungan bahan-bahan berbahaya yang cukup tinggi (Indrawati dkk., 2014). Limbah laboratorium mengandung senyawa berbahaya, salah satunya, yaitu logam berat. Limbah cair merupakan air bekas pakai dari berbagai proses penggunaan yang telah mengandung bahan pencemar atau polutan berupa senyawa organik dan anorganik. Pada umumnya, air limbah atau limbah cair memiliki kuantitas yang lebih besar dibandingkan limbah jenis lainnya dan memiliki tipikal kandungan polutan yang lebih beragam, antara lain; minyak, alkohol, fenol, pewarna sintesis, dan logam berat. Standar kualitas air layak pakai yang diharapkan biasanya memiliki karakteristik yang bervariasi dan disesuaikan dengan peruntukannya, antara lain untuk keperluan air minum, air irigasi, atau air proses yang dimanfaatkan untuk kebutuhan proses industri tertentu. Namun, secara umum dapat disimpulkan bahwa air yang diperlukan tersebut harus memenuhi berbagai kriteria, antara lain tidak mengandung polutan yang membahayakan atau setidaknya mengandung polutan yang tidak diinginkan dengan nilai ambang batas seminimal mungkin sesuai dengan nilai baku mutu yang diamanatkan dalam peraturan pemerintah atau institusi terkait lainnya. (Martini dkk., 2020). Penelitian sebelumnya yang pernah diteliti pengolahan limbah laboratorium kimia dengan kombinasi metode elektrokoagulasi, filtrasi dan pengikatan logam asam jawa (Rahayu dkk., 2018), karakteristik dan sistem pengelolaan limbah B3 laboratorium universitas hasanuddin kota makassar (Fiar, 2017), pengelolaan

limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) laboratorium sumber limbah (Talent, 2019).

## 2.6 Spektrofotometri UV- Visible

### 2.6.1 Prinsip kerja spektrofotometri UV-Visible

Spektrum elektromagnetik dibagi dalam beberapa daerah cahaya. Suatu daerah akan diabsorpsi oleh atom atau molekul dan panjang gelombang cahaya yang diabsorpsi dapat menunjukkan struktur senyawa yang diteliti. Spektrum elektromagnetik meliputi suatu daerah panjang gelombang yang luas dari sinar gamma gelombang pendek berenergi tinggi sampai pada panjang gelombang mikro (Asnah, 2012). Spektrum absorpsi dalam daerah-daerah ultra ungu dan sinar tampak umumnya terdiri dari satu atau beberapa pita adsorpsi yang lebar, semua molekul dapat menyerap radiasi dalam daerah UV-tampak. Oleh karena itu mereka mengandung elektron, baik yang dipakai bersama atau tidak, yang dapat dieksitasi ke tingkat yang lebih tinggi. Panjang gelombang pada waktu absorpsi terjadi tergantung pada bagaimana erat elektron terikat di dalam molekul. Elektron dalam satu ikatan kovalen tunggal erat ikatannya dan radiasi dengan energi tinggi, atau panjang gelombang pendek, diperlukan eksitasinya (Wunas, 2011).

### 2.6.2 Hukum Lambert-Beer

Cahaya yang diserap diukur sebagai absorbansi (A), sedangkan cahaya yang hamburkan diukur sebagai transmitansi (T), dinyatakan dengan hukum lambert-beer atau Hukum Beer, berbunyi (Suyono, 2013).

“Jumlah radiasi cahaya tampak (ultraviolet, inframerah, dan sebagainya) yang diserap atau ditransmisikan oleh suatu larutan merupakan suatu fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan tebal larutan”.

Rumus yang diturunkan dari Hukum *Lambert-Beer* dapat dilihat pada persamaan (2.1) (Suhartati, 2013):

$$A = \log I_0/I = a \cdot b \cdot c = \epsilon \cdot b \quad (2.1)$$

Keterangan :

A = absorban

$I_0$  = intensitas sinar sebelum melalui sampel

$I$  = intensitas sinar setelah melalui sampel

$A$  = absorptivitas (  $\text{g}^{-1} \text{cm}^{-1}$  )

$B$  = lebar sel yang dilalui sinar (cm)

$c$  = konsentrasi (mol/L)

$\epsilon$  = ekstinsi (absorptivitas) molar ( $\text{M}^{-1} \text{cm}^{-1}$ )

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

##### **3.1.1 Waktu penelitian**

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Juni-Juli 2023

##### **3.1.2 Tempat penelitian**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Progam Studi S-1 Farmasi STIKES Dirgahayu Samarinda

#### **3.2 Alat dan Bahan**

##### **3.2.1 Alat**

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan analitik (Fujitsu<sup>®</sup>), blender, labu erlenmeyer (Pyrex<sup>®</sup>), *magnetic stirrer*, spektrofotometri UV-Visible (Bel Engineering), pH meter, *beaker glass* (Pyrex<sup>®</sup>), gelas ukur (Pyrex<sup>®</sup>), pipet volume (Iwaki<sup>®</sup>), pipet tetes, sendok tanduk, batang pengaduk, ayakan mesh 80, dan corong kaca (Pyrex<sup>®</sup>).

##### **3.2.2 Bahan**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit singkong, kulit pinang, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (Merck<sup>®</sup>), buffer asetat (Merck<sup>®</sup>), Alizarin sulfonat (Merck<sup>®</sup>), kertas saring, dan *aluminium foil*.

#### **3.3 Prosedur Penelitian**

##### **3.3.1 Pengumpulan bahan tanaman**

Kulit singkong (*Manihot esculenta*) dan kulit buah pinang (*Areca catechu*) diperoleh dari perkebunan Desa Budaya Pampang.

### **3.3.2 Determinasi tanaman**

Determinasi tanaman kulit singkong dan kulit buah pinang dilakukan di Universitas Mulawarman Fakultas Kehutanan Laboratorium Ekologi dan Konservasi Biodiversitas Hutan Tropis.

### **3.3.3 Pembuatan serbuk kulit buah**

Kulit singkong dan kulit pinang dibersihkan terlebih dahulu, dipotong tipis dan dikeringkan dibawah sinar matahari, setelah kering dihaluskan menggunakan alat penghalus (blender), dan diayak menggunakan ayakan mesh 80 agar diperoleh ukuran yang homogen.

### **3.3.4 Pembuatan pereaksi alizarin**

Sebanyak 100 mg alizarin sulfonat dilarutkan dengan *aquadest* dalam *beaker glass*, kemudian larutan dipindahkan kedalam labu ukur 100 mL, tambahkan *aquadest* sampai tanda batas 100 mL sehingga diperoleh konsentrasi 1000 ppm (Wardani., dkk 2020).

### **3.3.5 Penentuan konsentrasi Pb dalam limbah dan uji efektifitas adsorben.**

#### **1. Pembuatan Larutan Standar Timbal (II) Nitrat**

Sebanyak 100 mg timbal dilarutkan dengan *aquadest* dalam *beaker glass*, kemudian larutan dipindahkan kedalam labu ukur 100 mL, tambahkan *aquadest* sampai tanda batas 100 mL sehingga diperoleh konsentrasi 1000 ppm (Wardani., dkk 2020).

#### **2. Penentuan panjang gelombang maksimum**

Disiapkan 4 labu ukur 10 mL, pada masing-masing labu ukur dimasukkan larutan standar timbal sebanyak 500  $\mu$ L, ditambahkan *buffer* asetat dengan pH stabilitasnya sebanyak 1 mL, ditambah alizarin sulfonat 1 mL dan ditentukan panjang gelombang maksimum dari masing-masing pH (Wardani., dkk 2020).

### **3. Penentuan Stabilitas Kompleks Pb Alizarin sulfonat**

Disiapkan 4 labu ukur 10 mL, pada masing-masing labu ukur dimasukkan larutan standar timbal sebanyak 500  $\mu$ L, masing masing ditambahkan *buffer* asetat pH 3,4,5 dan 6 sebanyak 1 mL, ditambah alizarin sulfonat 1 mL sehingga menghasilkan kompleks alizarin berwarna *orange*. Kemudian dibaca absorbansinya pada masing-masing panjang gelombang maksimum pada menit ke 0 – 60 setiap rentan waktu 5 menit dari masing masing pH. *Operating time* merupakan waktu yang diperlukan untuk mencapai kestabilan kompleks antara timbal dan alizarin sulfonat (Wardani.,dkk 2020).

### **4. Penetapan Kurva Kalibrasi**

Hasil ekstraksi sampel ditambahkan dengan larutan standar  $Pb(NO_3)_2$  4, 6, 8, 10, 12, dan 14 ppm yang telah di tambahkan dengan *buffer asetat* dan alizarin sulfonat, diukur absorbansi pada panjang gelombang (Wardani.,dkk 2020).

### **5. Penentuan Kadar Pb (II) dari Limbah Cair Laboratorium Farmasi**

Sampel yang mengandung logam Pb diukur adsorbansinya menggunakan Spektrofotometri *UV-Visible* dengan panjang gelombang maksimum. Diambil sebanyak 500  $\mu$ L, kemudian ditambahkan *buffer* asetat sebanyak 1 mL dan alizarin sulfonat 1 mL, diamkan selama *operating time* nya. Ukur absorbansi sampel dengan spektrofotometer *UV-Visible* pada panjang gelombang maksimal. (Hanifah., 2021)

### **6. Penentuan pH Optimum**

Sampel serbuk kulit singkong dan serbuk kulit pinang masing-masing 75 mg ditambahkan ke dalam larutan sample 10 mL limbah cair, selanjutnya dilakukan pengadukan dengan pengaduk magnetik pada pH yang berbeda-beda yaitu dari pH 3,4,5, dan 6, masing-masing selama 15 menit. Kemudian larutan dianalisis menggunakan Spektrofotometri *UV-Visible* dan dilakukan replikasi setiap variasi pH sebanyak 3 kali (Nurhasni, 2010).

## 7. Penentuan Waktu Kontak Optimum

Sampel serbuk kulit singkong dan serbuk kulit pinang masing-masing 75 mg ditambahkan ke dalam larutan sample 10 mL limbah cair. Lalu dilakukan pengadukan dengan pengaduk magnetik pada pH optimum yang telah diperoleh dengan variasi waktu, yaitu 15, 30, 45, 60, dan 75 menit. Kemudian larutan dianalisis menggunakan Spektrofotometri UV-Visible dan dilakukan replikasi setiap variasi waktu sebanyak 3 kali ( Nurhasni, 2010 ).

## 8. Penentuan Massa Optimum

Sampel serbuk kulit singkong dan serbuk kulit pinang ditimbang dengan berbagai variasi massa, yaitu 50, 75, 100, 125, 150, dan 175 mg. masing-masing ditambahkan ke dalam larutan sampel 10 mL limbah cair. Selanjutnya, dilakukan pengadukan dengan pengaduk magnetik pada pH optimum dan waktu kontak optimum. Kemudian larutan dianalisis menggunakan Spektrofotometri UV-Visible dan dilakukan replikasi setiap variasi massa sebanyak 3 kali (Nurhasni, 2010).

### 3.3.4 Uji Verifikasi Metode

Uji akurasi menggunakan 3 konsentrasi standar, yaitu 15, 85 dan 150 ppm, yang ditambahkan larutan sample limbah cair, selanjutnya diukur menggunakan Spektrofotometri UV-Visible dan dihitung % *recovery* dan setiap pengukuran.

$$\% \text{ Recovery} = \frac{C_{sp} - C_s}{C_s} \times 100\% \quad (3.1)$$

#### Keterangan:

C<sub>sp</sub> = Konsentrasi total sampel yang diperoleh

C<sub>s</sub> = Konsentrasi sampel sebenarnya

C<sub>s</sub> = Konsentrasi analit yang ditambahkan

Uji persisi ditentukan menggunakan 1 konsentrasi standar, yaitu konsentrasi 85 ppm, yang ditambah sample limbah cair, kemudian diukur menggunakan Spektrofotometri UV-Visible sebanyak 7 kali pengulangan dan dihitung nilai *Relative Standar Deviation* (RSD/KV) hasil pengukuran.

$$KV = \frac{SD}{x} \times 100\% \quad (3.2)$$

**Keterangan:**

KV = Koefisien variasi atau simpangan baku relatif

SD = Standar Deviasi

X = Konsentrasi rata-rata

### 3.3.5 Pengolahan Data

Efektivitas adsorpsi serbuk kulit buah terhadap logam Pb dapat ditentukan dengan menghitung efektivitas (Ef), menggunakan persamaan 3.1 (Hajar., 2016) :

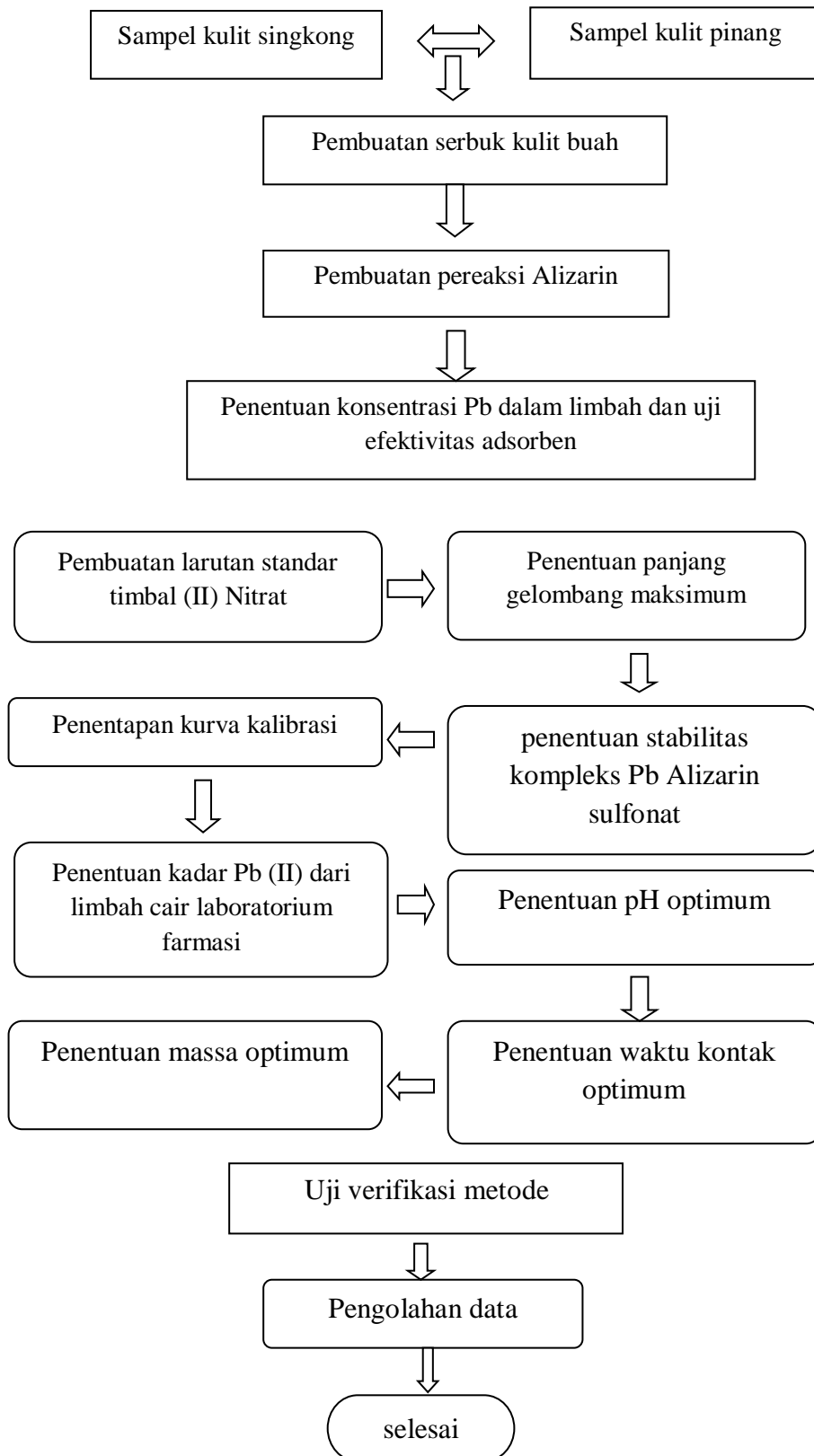
$$Ef (\%) = (Y_i - Y_f) / Y_i \times 100\% \quad (3.3)$$

**Keterangan:** :

$Y_i$  = Kandungan Pb awal (mg/L)

$Y_f$  = Kandungan Pb setelah perlakuan (mg/L)

### 3.3.6 Diagram alir



Gambar 3.4 Diagram Alir

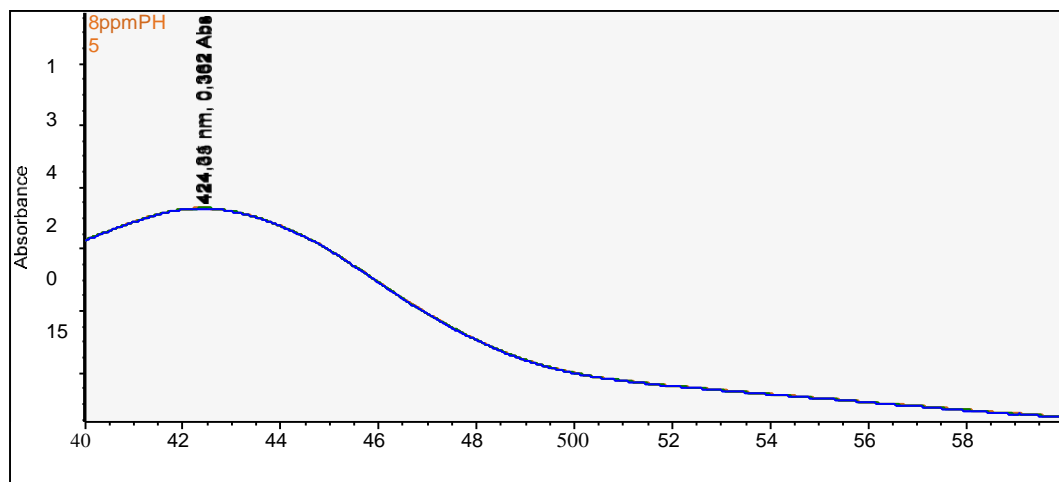
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil

##### 4.1.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

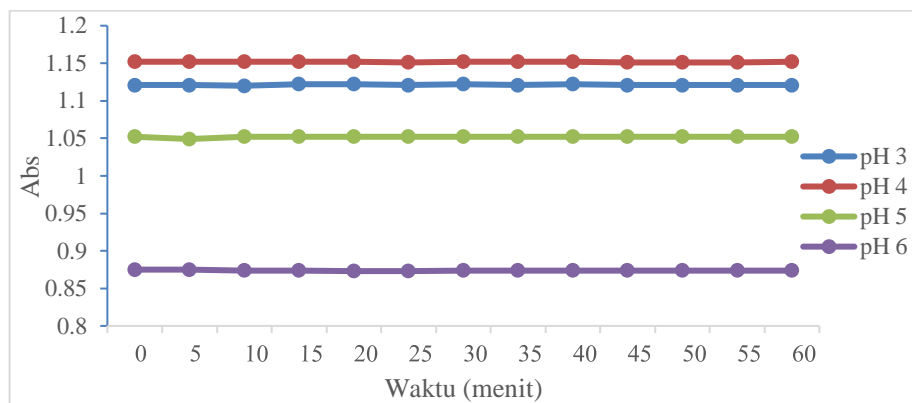
Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometri *UV-Visible*.



Gambar 4.1 Panjang Gelombang Maksimum Kompleks Pb-Alizarin sulfonat

##### 4.1.2 Stabilitas pH dan *Operating Time*

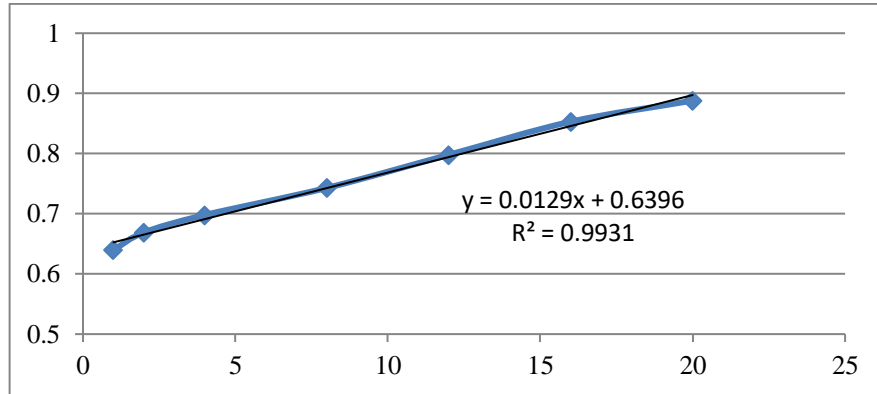
Penentuan Stabilitas pH dan *Operating Time* menggunakan spektrofotometri *UV-Visible* dengan variasi pH 3, 4, 5 dan 6.



Gambar 4.2 Grafik Stabilitas Kompleks dalam Berbagai pH

### 4.1.3 Kurva Kalibrasi

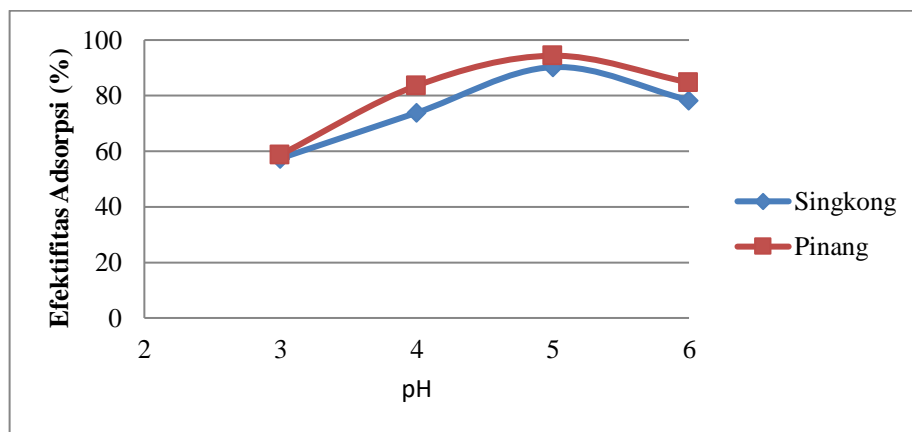
Hasil grafik Kurva kalibrasi menggunakan Spektrofotometri UV-Visible.



Gambar 4.3 Kurva Kalibrasi Larutan Standar Pb

### 4.1.4 Penentuan pH Optimum

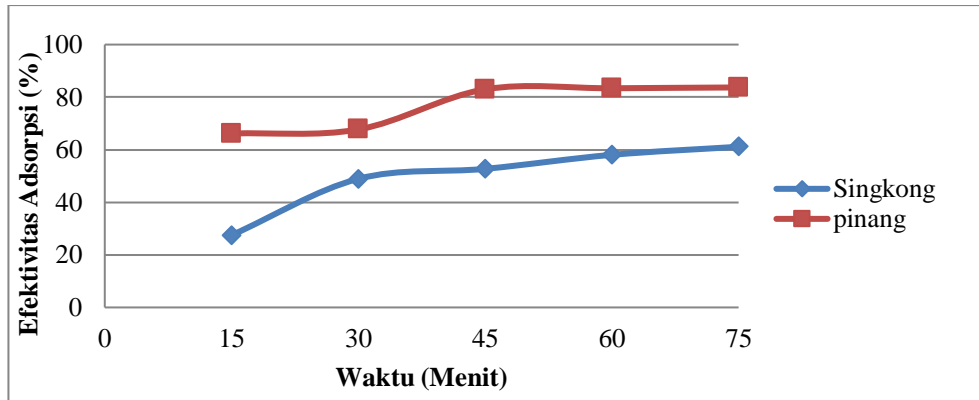
Salah satu parameter yang penting untuk adsorpsi logam berat adalah pH. Hasil grafik dari parameter pH Optimum dengan variasi pH 3,4,5, dan 6.



Gambar 4.4 Grafik Hubungan antara pH dengan Efektivitas Adsorpsi

#### 4.1.5 Pengukuran Waktu Kontak Optimum

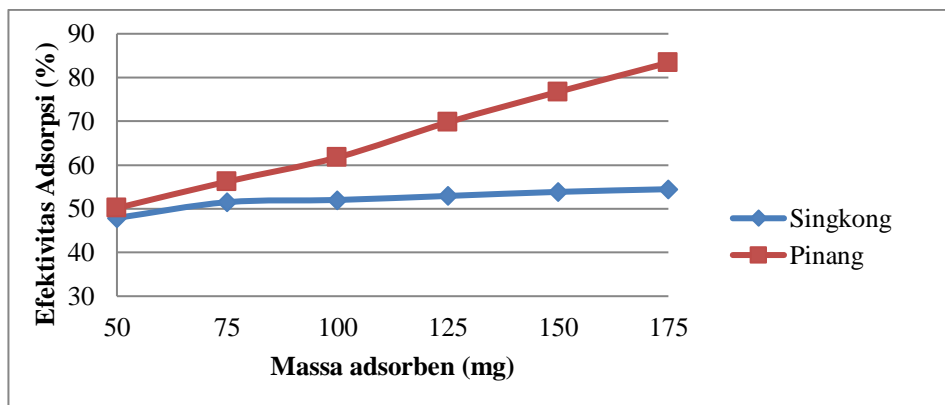
Waktu kontak salah satu parameter penting dalam menentukan kondisi proses adsorpsi mencapai keadaan seimbang. Variasi waktu yang digunakan 15, 30, 45, 60, dan 75 menit.



Gambar 4.5 Hubungan antara Waktu Kontak dan Efektivitas Adsorpsi

#### 4.1.6 Penentuan Massa Optimum

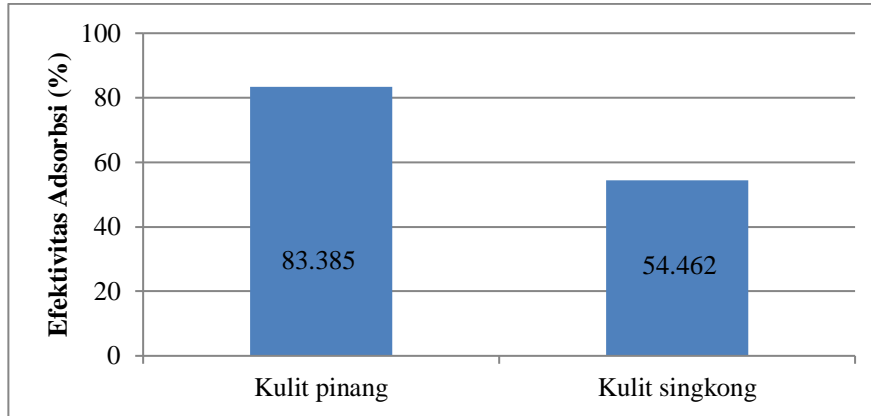
Selain pengaruh pH dan waktu kontak, massa juga merupakan salah satu bagian penting dari proses adsorpsi karena massa merupakan salah satu faktor yang turut menentukan kemampuan adsorpsi. Variasi yang digunakan pada penentuan massa ialah 50, 75, 100, 125, 150, dan 175 mg.



Gambar 4.6 Hubungan antara Massa Adsorben dengan Efektivitas Adsorpsi

#### 4.1.7 Perbandingan Efektivitas Adsorpsi

Grafik perbandingan persen efektivitas adsorpsi bioadsorben antara kulit singkong dan kulit pinang.



Gambar 4.7 Perbandingan Efektivitas Adsorpsi Kulit Buah Singkong dan Pinang

#### 4.1.8 Validasi Metode

Metode validasi yang dilakukan pada pengukuran uji akurasi dan ditunjukkan pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Uji Akurasi

C (ppm)	Abs	C Terhitung (ppm)	% recovery
15	0,80598	14,933	104,317
85	0,82648	83,266	97,960
150	0,84748	153,266	102,177

Tabel 4.2 Hasil Uji Presisi

<b>Sampel 1</b>	<b>Konsentrasi ppm</b>	<b>SD</b>	<b>RSD (%)</b>
Rep 1	556,6	0,314	0,056
Rep 2	557,43		
Rep 3	557,43		
Rep 4	557,43		
Rep 5	557,43		
Rep 6	557,43		
Rep 7	557,43		
<b>Sampel 2</b>			
Rep 1	624,93	0,813	0,982
Rep 2	623,26		
Rep 3	624,93		
Rep 4	623,26		
Rep 5	624,93		
Rep 6	624,93		
Rep 7	624,93		
<b>Sampel 3</b>			
Rep 1	694,93	0,629	0,411
Rep 2	694,93		
Rep 3	693,26		
Rep 4	694,93		
Rep 5	694,93		
Rep 6	694,93		
Rep 7	694,93		

## 4.2 Pembahasan

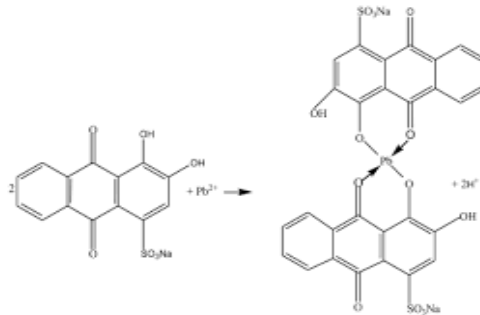
### 4.2.1 Penentuan Panjang Gelombang

Penentuan pada panjang gelombang maksimum merupakan dasar untuk analisis kualitatif dan kuantitatif dalam menggunakan metode spektrofotometri *UV-Visible*. Larutan timbal pada sampel yang direaksikan dengan alizarin sulfonat pada suasana asam pH 5, menghasilkan larutan warna *orange*, panjang gelombang maksimum yang dihasilkan 427,7 nm. Kompleks Pb dan Alizarin sulfonat terjadi karena alizarin sulfonat memiliki pasangan elektron bebas pada atom oksigen yang mendonorkan pasangan elektronnya sehingga akan berikatan secara kovalen koordinasi dengan logam Pb. Kompleks Pb-Alizarin sulfonat memiliki gugus kromofor (gugus tidak jenuh kovalen yang dapat menyerap energi radiasi elektromagnetik pada daerah *UV-Visible*), dan gugus auxokrom gugus jenuh yang apabila terikat pada kromofor akan menyebabkan perubahan intensitas atau panjang gelombang sehingga kompleks ini bisa dianalisis menggunakan metode spektrofotometri *UV-Visible*, pada rentang 400-600 nm (Sastrohamidjojo, 2019).

### 4.2.2 Stabilitas pH dan *Operating Time*

Stabilitas kompleks Pb-Alizarin sulfonat dapat dilihat melalui pengkajian pengaruh pH larutan terhadap absorbansi kompleks. Stabilitas kompleks juga dapat dilihat dari hasil penentuan *operating time*. Proses ini bertujuan untuk mengetahui kondisi pH kompleks yang stabil dan mengetahui waktu pengukuran yang stabil dimana dihasilkan absorbansi yang stabil. Nilai pH yang digunakan penentuan stabilitas kompleks yaitu 3, 4, 5, dan 6. Penggunaan pH asam dikarenakan spesies Pb lebih stabil pada pH asam, sedangkan mulai pada pH 6 (basa) spesies Pb berkurang dan berbentuk endapan  $Pb(OH)_2$ . Jika terbentuk endapan timbal pada larutan, maka jumlah ion timbal yang membentuk kompleks Pb-Alizarin sulfonat akan berkurang dan menimbulkan ketidaktepatan dalam pengukuran sampel. Pengukuran dilakukan setiap 5 menit, berdasarkan kurva hubungan absorbansi terhadap

waktu diperoleh kondisi yang stabil yaitu pH 5 pada waktu ke 10 (Issabayeva, dkk.,2006)



Gambar 4.8 Reaksi Pembentukan Kompleks Pb-Alizarin Sulfonat (Alsamarrai, 2011 ).

#### 4.2.3 Kurva Kalibrasi

Pada penetapan Kurva Kalibrasi dibuat dengan cara pengukuran konsentrasi 4, 8, 12, 16, dan 20 ppm. Hasil Kurva kalibrasi ini menunjukkan hubungan kadar larutan kerja dengan respon instrumen yang dinyatakan dalam grafik garis lurus yang ditampilkan pada gambar. Dari data diatas nilai  $r$  yang di dapat sebesar 0,993 dengan persamaan garis regresi linier  $y = 0,012x + 0,639$ . Nilai  $r = 0,993$  menunjukkan bahwa nilai koefisien korelasi lebih besar dari 0,999 atau mendekati 1 sehingga kurva kalibrasi memberikan hasil nilai yang baik. Tujuan pembuatan kurva ini ialah untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi larutan dengan nilai adsorbansinya. Nilai  $r$  yang memenuhi syarat akan mempengaruhi nilai adsorbansi secara linear. Jadi untuk nilai kurva kalibrasi yang didapatkan memenuhi syarat sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan oleh SNI yaitu  $r \geq 0,995$  (Riyanto, 2017).

#### 4.2.4 Penentuan pH Optimum

Salah satu faktor yang mempengaruhi pada proses adsorpsi terhadap ion logam berat Pb adalah pH (derajat keasaman). Penentuan pH optimum dilakukan pada variasi pH 3, 4, 5, dan 6. Penentuan pH optimum dilihat dari nilai efektivitas adsorpsi (%) yang tertinggi, bila nilai efektivitasnya tinggi, maka jumlah Pb yang terserap oleh bioadsorben tinggi. Berdasarkan data diatas, efektivitas adsorpsi berada pada pH 5 baik kulit singkong maupun

kulit pinang, namun dapat dilihat untuk perbandingan antara kulit singkong dan kulit pinang dalam kemampuan adsorpsinya kulit pinang jauh lebih tinggi efektivitasnya dibandingkan dengan kulit singkong. Hal ini dikarenakan kedua bioadsorben memiliki tingkat efektivitas adsorpsi yang berbeda-beda (Kristiyani dkk., 2012).

#### **4.2.5 Waktu Kontak Optimum**

Waktu kontak optimum merupakan faktor yang dapat mempengaruhi proses adsorpsi antara adsorben dan adsorbat, karena dalam proses penyerapannya dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan adsorben menyerap zat pencemar. Variasi waktu kontak yang digunakan pada penelitian ini 15, 30, 45, 60, dan 75 menit. Dari gambar grafik diatas dapat dilihat Variasi waktu dipelajari untuk mengetahui lama adsorpsi yang diperlukan untuk mendapatkan penyerapan yang maksimal. Waktu kontak mempengaruhi proses difusi dan penempelan molekul adsorbat yang terjadi pada permukaan adsorben pada saat adsorpsi berlangsung Waktu kontak merupakan faktor yang penting dalam proses adsorpsi, hal ini karena berkaitan dengan efisiensi adsorpsi dan kecepatan reaksi adsorpsi bahwa % efektivitas dari kulit pinang lebih tinggi dari kulit singkong dimana bisa dikatakan bahwa untuk perbandingan kedua bioadsorben kulit pinang lebih efektif mengadsorpsi logam Pb. Penentuan pengaruh waktu kontak ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh adsorben untuk menyerap ion secara maksimum sampai tercapai keadaan setimbang. Waktu kontak merupakan salah satu aspek penting yang perlu di pertimbangkan pada proses pengolahan limbah, oleh karena itu waktu kontak perlu ditentukan pada setiap adsorben. Dari data di atas menyatakan waktu optimum terdapat pada waktu ke 75 menit untuk kulit singkong dengan nilai efisien adsorpsi sebesar 61,128 % dan untuk kulit pinang pada 45 menit dengan nilai efisiensi 82,974 %. Sehingga efektivitas adsorpsi bioadsorben kulit singkong dan kulit pinang terhadap waktu kontak ditampilkan pada gambar 4.5 dapat disimpulkan efektivitas pada adsorpsi dari kulit pinang lebih baik daripada kulit singkong (Kristiyani dkk., 2012)

#### **4.2.6 Massa Optimum**

Selain pengaruh pH dan waktu kontak, massa juga merupakan salah satu bagian penting dari proses adsorpsi karena massa merupakan salah satu faktor yang turut menentukan kemampuan adsorpsi. Variasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu 50, 75, 100, 125, 150, dan 175 mg. Dari gambar 4.6 diatas terlihat bahwa massa optimum kulit singkong berada pada 100 mg, dan pada kulit pinang 50 mg. Yang dapat dilihat pada gambar grafiknya pada adsorpsi kulit pinang lebih tinggi % efektivitasnya. Massa merupakan salah satu bagian yang penting dalam proses adsorpsi karena massa merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kerja adsorpsi. Penurunan efisiensi penyerapan disebabkan karena pada konsentrasi yang lebih tinggi, jumlah ion logam dalam larutan tidak sebanding dengan jumlah partikel yang tersedia, sehingga permukaan akan mencapai titik jenuh dan efisiensi penyerapan menjadi menurun (Kristiyani ddk., 2012).

#### **4.2.7 Perbandingan Efektivitas Adsorpsi**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan perbandingan efektivitas kulit buah singkong dan kulit buah pinang yang ditunjukkan gambar 4.7 terlihat bahwa kulit pinang mempunyai efektivitas adsorpsi tertinggi yaitu sebesar 83,385%. Hal tersebut disebabkan oleh tingginya kadar selulosa pada kulit pinang sehingga adsorpsi logam lebih baik. (Pilon, 2007). Pada pH optimum 5, waktu kontak 45 menit, dan massa 175 mg. Sedangkan kulit singkong memiliki efektivitas 54,462%, dengan pH optimum 5, waktu kontak 75 menit, dan massa 75 mg. Mekanisme adsorpsi ion logam pada kulit buah umumnya didasarkan pada interaksi kimia fisika antara ion logam dengan gugus fungsional yang ada pada permukaan sel kulit buah. Interaksi tersebut dapat berupa ion exchange, pembentukan kompleks khelat, maupun interaksi elektrostatika (Ahalya dkk., 2003).

#### **4.2.8 Akurasi (Ketepatan)**

Akurasi menunjukkan derajat kedekatan hasil analisis dengan kadar analit yang sebenarnya. Akurasi dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (*% recovery*). Akurasi dilakukan terhadap 3 konsentrasi standar yang berbeda, yaitu 15, 85, dan 150 ppm yang ditambahkan pada larutan limbah. Hasil perolehan kembali (*% recovery*) dengan konsentrasi penambahan standar (15, 85, 150 ppm) berturut-turut 104,317%, 97,960%, dan 102,177% yang ditampilkan pada tabel 4.1. Persen perolehan kembali yang memenuhi syarat penerimaan, yaitu 80-110% (Riyanto, 2017).

#### **4.2.9 Presisi (Ketepatan)**

Presisi menunjukkan ukuran derajat kesesuaian antara individual dan rata-rata jika prosedur digunakan secara berulang pada sampel yang diambil. Presisi diukur sebagai standar deviasi (SD) dan koefisien variasi (KV). Dalam penelitian ini menetapkan keterulangan metode sebagai parameter presisinya. Keterulangan merupakan keseksamaan metode jika dilakukan berulang kali oleh analis yang sama pada kondisi yang sama dan interval waktu yang pendek. Tabel 4.2 menunjukkan bahwa hasil koefisien variasi yang diperoleh yaitu tidak ada yang lebih dari 2% sehingga nilai presisi telah memenuhi syarat parameter validasi. (Riyanto, 2017).

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Bioadsorben yang mempunyai efektivitas adsorpsi logam Pb tertinggi adalah serbuk kulit pinang yaitu sebesar 83,385%, dengan kondisi optimum pH 5, waktu kontak 45 menit dan massa 50 mg. Sedangkan bioadsorben serbuk kulit singkong memiliki efektivitas yang rendah 54,462%, dengan kondisi pH 5, waktu kontak 75 menit, dan massa 75 mg.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran dari saya untuk penelitian bioadsorben kulit singkong dan kulit pinang bisa dilanjutkan dengan logam yang lain seperti Cu, Fe atau yang lainnya pada limbah laboratorium farmasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, T., 2010, Kontaminasi Logam Berat pada Makanan dan Dampaknya Pada Kesehatan, TEKNUBUGA Volume.
- Alifaturrahma, P., & Hendriyanto, O. 2018. Pemanfaatan kulit pisang kepok sebagai adsorben untuk menyisihkan logam Cu. *Jurnal ilmiah teknik lingkungan*, 8(2), 105-111.
- Angraini, N., Agustina, T. E., & Hadiah, F. 2022. Pengaruh pH dalam Pengolahan Air Limbah Laboratorium Dengan Metode Adsorpsi untuk Penurunan Kadar Logam Berat Pb, Cu, dan Cd. *Journal Ilmu Lingkungan*, 20(2), 345-355.
- Ariani, M. D., & Rahayu, D. 2016. Penyisihan Logam Berat Dari Limbah Cair Laboratorium Kimia. *Farmaka*, 14(4), 89-97.
- Arlofa, N. 2015. Pektin Kulit Durian Sebagai Bahan Baku Biosorben Logam Berat Timbal (Pb). *Jurnal Chemtech*, 1(01).
- Ahalya, N., Ramachandra, T., & Kanamadi, R. (2003). Biosorption of Heavy Metal, . *Research Journal of Chemical and Environment* , 7(4), 71-79.
- Fadhila, R. Y., Ihsan, I., & Sahara, S. 2018. Pengolahan Limbah Laboratorium Kimia dengan Kombinasi Metode Elektrokoagulasi, Filtrasi dan Pengikatan Logam dengan Asam Jawa. *JFT: Jurnal Fisika Dan Terapannya*, 5(1), 72-81.
- Fajri, A. 2018. Pengolahan Limbah Laboratorium Kimia dengan Sistem Penyaringan Sederhana. *Journal of Sainstek*.
- Hanifah, H. N., & Hadisoebroto, G. 2021. Perbandingan Efektivitas Bioadsorben Berbagai Serbuk Kulit Buah Terhadap Logam Pb Dari Limbah Cair Laboratorium Farmasi. *Al-Kimia*, 9(2), 188-200.
- Indarti, R. 2021. Uji daya adsorpsi karbon aktif dari kulit singkong terhadap zat warna (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Issabayeva, G., Aroua, M. K., & Sulaiman, N. M. N. (2006). Removal of lead from aqueous solutions on palm shell activated carbon. *Bioresource Technology*, 97(18), 2350–2355. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.200>

- Khoirun, N. 2019. pemanfaatan kulit buah pinang (*Areca catechu*L.) produk fermentasi mikroorganisme lokal (mol) terhadap lemak kasar hati, kolesterol dan lemak kasar daging paha broiler (Doctoral dissertation, Universitas Andalas).
- Kristiyani, D., Susaty, E. B., & Prasetya, A. T. (2012). Pemanfaatan Zeolit Abu Sekam Padi Untuk menurunkan Kadar Ion  $Pb^{2+}$  Pada Air Sumur, Indonesian. Journal of Chemical Science, 1
- Kencanawati, C., Sugita, I. K. G., Suardana, N., & Suyasa, I. W. B. (2018). Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Serat Kulit Buah Pinang. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 11(1), 6–10.
- Lasut, R. 2006. Implementasi Manajemen Bahan Kimia dan Limbah Laboratorium Kimia (Studi Kasus di Laboratorium PT Pupuk Kaltim, Tbk)(Doctoral dissertation, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro).
- Nisya, R. A. 2021. Kemampuan Adsorpsi dari kulit singkong sebagai Bioadsorben terhadap Logam Berat Seng (Zn) dengan Sistem Kontinyu (Doctoral dissertation, UIN Sunan Ampel Surabaya).
- Pilon, Guilaime. (2007). Utilization of Arecanut (*Areca Catechu*) Husk for Gasification. Thesis. Montreal: Department of Bioresource Engineering University Mc gill
- Rasyid, R. 2019. Pembuatan Adsorben dari Sabut Kelapa sebagai Penyerap Logam Berat Pb (II). *ILTEK: Jurnal Teknologi*, 14(2), 2083-2087.
- Riyanto. (2017). Validasi & Verifikasi Metode Uji Sesuai dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi (1st ed.). Yogyakarta: deepublish.
- Rosalina, F., & Febriadi, I. (2019). Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Pinang dan Batang Sagu dalam Pembuatan Pupuk Organik Cair. *Median*, 11(3), 13–18.
- Sari, D. E. 2020. Pemanfaatan limbah kulit Singkong sebagai adsorban alami untuk mengurangi kadar besi (fe) dalam air limbah dengan sistem batch (Doctoral dissertation, UIN Sunan Ampel Surabaya).
- Sitanggang, T., Shofiyani, A., & Syahbanu, I. 2017. Karakterisasi Adsorpsi Pb (II) Pada Karbon Aktif Dari Sabut Pinang (*Areca Catechu* L) Teraktivasi  $H_2SO_4$ . *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 6(4).
- Subekti, S. 2011. Pengaruh dan dampak limbah cair rumah sakit terhadap kesehatan serta lingkungan. *Dinamika Sains*, 9(19).

- Sastrohamidjojo, H. (2019). Dasar-dasar Spektroskopi. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Thamrin, M., Herman, S., & Hanafi, F. (2012). Pengaruh Faktor Sosial EKonomi Terhadap Pendapatan Petani Pinang. *Agrium*, 17(2), 85–94
- Widowati. W., et al., 2008, Efek Toksik Logam, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Yulia, R., Lamona, A., & Makmur, T. 2020. Karakteristik Asap Cair Dari Limbah Kulit Buah Pinang (*Areca Catechu*) Dengan Berbagai Variasi Suhu Pirolisis Dan Waktu Pirolisis. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 7(1), 32-46.
- Zaini, H., & Sami, M. 2016. Kinetika Adsorpsi Pb (II) Dalam Air Limbah Laboratorium Kimia Menggunakan Sistem Kolom Dengan Bioadsorben Kulit Kacang Tanah. Prosiding Semnastek.

## LAMPIRAN 1

### SURAT IZIN PENELITIAN

#### 1. Surat Izin Melakukan Penelitian



**SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN DIRGAHAYU SAMARINDA**  
Jl. Pasundan No.21 Telp (0541) 748335, Fax.(0541) 748335  
E-mail: stikesdirgahayusamarinda@gmail.com Website: www.stikesdirgahayusamarinda.ac.id  
SAMARINDA - 75122 - KALIMANTAN TIMUR

Samarinda, 06 Maret 2023

Nomor : 6S/STIKDS-Far/III/2023  
Perihal : Surat Izin Melaksanakan Penelitian

Dengan Hormat,

Yang bertandatangan di bawah ini, Wakil Ketua I dan Ketua Program Studi Farmasi STIKES Dirgahayu Samarinda, menyatakan bahwa mahasiswa/I,

Nama : Risky Asrina Morijan  
NIM : 191148201101  
Program Studi/Institusi : Farmasi / STIKES Dirgahayu Samarinda  
Judul Penelitian : Perbandingan Efektivitas Bioadsorben Serbuk Kulit Singkong dan Serbuk Kulit Pinang Terhadap Logam Pb(II) Limbah Cair Laboratorium Farmasi.  
Tempat Penelitian : Laboratorium Kimia Farmasi STIKES Dirgahayu Samarinda  
Waktu Penelitian : Maret 2023 – Mei 2023

Telah memenuhi kaidah akademik dan diizinkan untuk melaksanakan penelitian skripsi.

Wakil Ketua I

Bonifasius Hat, S.Kep., MSN.  
NIK. 0673.A4.08

Program Studi Farmasi

apt. Liniati Geografi, M.Sc.  
NIK. 0419.A4.25

## 2. Surat Izin Masuk Laboratorium



### SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN DIRGAHAYU SAMARINDA

Jl. Pasundan No.21 Telp (0541) 748335, Fax.(0541) 748335

E-mail: stikesdirgahayusamarinda@gmail.com Website: www.stikesdirgahayusamarinda.ac.id  
SAMARINDA - 75122 - KALIMANTAN TIMUR

#### SURAT IZIN PENELITIAN DI LABORATORIUM

FORM 1

Kepala laboratorium STIKES Dirgahayu Samarinda dengan ini memberikan izin menggunakan laboratorium Farmasi untuk melaksanakan penelitian, kepada :

Nama : Risky Asrina Morijan  
NIM : 191148201101  
Judul Penelitian : Perbandingan Efektivitas Bioadsorben Serbuk Kulit Singkong dan Serbuk Kulit Pinang Terhadap Logam Pb(II) Limbah Cair Laboratorium Farmasi  
Waktu Penelitian : Maret – Mei 2023  
Dosen Pembimbing / Penanggung Jawab : Pembimbing 1 : Nurillahi Febria Leswana, M.Sc  
Pembimbing 2 : Maria Elvina Tresia Butar-Butar, M.Farm  
Laboratorium : Kimia Farmasi

Samarinda, 10 Maret 2023

Ka. Lab STIKES Dirgahayu Samarinda


Yovita Erin, S., M.Kes

Tembusan :

1. Laboran
2. Mahasiswa

**LAMPIRAN 2**  
**SURAT PA (pro analysis) BAHAN STANDAR**

1. Surat PA (*pro analysis*) Lead (II) Nitrat



## Certificate of Analysis

1.07398.0000    Lead(II) nitrate for analysis EMSURE® ACS, Reag. Ph Eur  
 Batch                    K51636598

	Spec. Values		Batch Values	
	Value	Unit	Value	Unit
Assay (complexometric)	≥ 99.5	%	99.6	%
Insoluble matter	≤ 0.005	%	≤ 0.005	%
Chloride (Cl)	≤ 0.0005	%	≤ 0.0005	%
Ca (Calcium)	≤ 0.005	%	≤ 0.005	%
Cu (Copper)	≤ 0.0005	%	≤ 0.0005	%
Fe (Iron)	≤ 0.0005	%	≤ 0.0005	%
K (Potassium)	≤ 0.005	%	≤ 0.005	%
Na (Sodium)	≤ 0.02	%	≤ 0.02	%

corresponds to ACS, Reag. Ph Eur

Date of release (DD.MM.YYYY) 09.08.2019  
 Minimum shelf life (DD.MM.YYYY) 31.08.2024

Claudia Wiegand  
 Responsible laboratory manager quality control

This document has been produced electronically and is valid without a signature.

Merck KGaA, Frankfurter Straße 250, 64293 Darmstadt (Germany): +49 6151 72-0  
 EMD Millipore Corporation - a subsidiary of Merck KGaA, Darmstadt, Germany  
 400 Summit Drive, Burlington, MA 01803, USA, Phone +1 (781) 533-6000  
 SALSA Version 849101 /95000066543/ Date 09.08.2019

Page 1 of 1

2. Surat PA (pro analysis) Alizarin Red



# Certificate of Analysis

1.06278.0000 Alizarin red S mono sodiumsalt (C.I. 58005) for analysis and indicator  
 Batch K52199978

	Spec. Values		Batch Values	
Identity (UV/VIS-Spectrum)	passes test		passes test	
1st transition range	pH 4.3 - pH 6.3 Lightly yellow - pink		passes test	
2nd transition range	pH 9.4 - pH 12.0 Brown orange - violet		passes test	
Absorption maximum $\lambda$ 1 (buffer pH 4.3)	418 - 424	nm	418 - 424	nm
Absorption maximum $\lambda$ 2 (buffer pH 6.3)	510 - 517	nm	510 - 517	nm
Absorption maximum $\lambda$ 3 (buffer pH 9.4)	444 - 450	nm	444 - 450	nm
Absorption maximum $\lambda$ 4 (buffer pH 12.0)	554 - 558	nm	554 - 558	nm
Spec. Absorptivity A 1%/1cm ( $\lambda_{1max}$ ; 0.01 g/l; buffer pH 4.3; calc. on dried substance)	135 - 180		161	
Spec. Absorptivity A 1%/1cm ( $\lambda_{2max}$ ; 0.01 g/l; buffer pH 6.3; calc. on dried substance)	145 - 210		171	
Spec. Absorptivity A 1%/1cm ( $\lambda_{3max}$ ; 0.01 g/l; buffer pH 9.4; calc. on dried substance)	170 - 230		196	
Spec. Absorptivity A 1%/1cm ( $\lambda_{4max}$ ; 0.01 g/l; buffer pH 12.0; calc. on dried substance)	340 - 520		415	
Loss on drying (110 °C)	≤ 10	%	6	%

Date of release (DD.MM.YYYY) 13.02.2020  
 Minimum shelf life (DD MM YYYY) 28.02.2025

Dr. Michael Memmel  
 Responsible laboratory manager quality control

This document has been produced electronically and is valid without a signature.

Merck KGaA, Frankfurter Straße 250, 64293 Darmstadt (Germany): +49 6151 72-0  
 EMD Millipore Corporation - a subsidiary of Merck KGaA, Darmstadt, Germany  
 400 Summit Drive, Burlington, MA 01803, USA, Phone +1 (781) 533-6000  
 SAL54 Version 926983 /09/0000720437/ Date 13.02.2020

Page 1 of 1

**LAMPIRAN 3**  
**Pembuatan Serbuk Kulit Buah**

1. Kulit Singkong



Pengumpulan Kulit Singkong



Pengupasan Kulit singkong



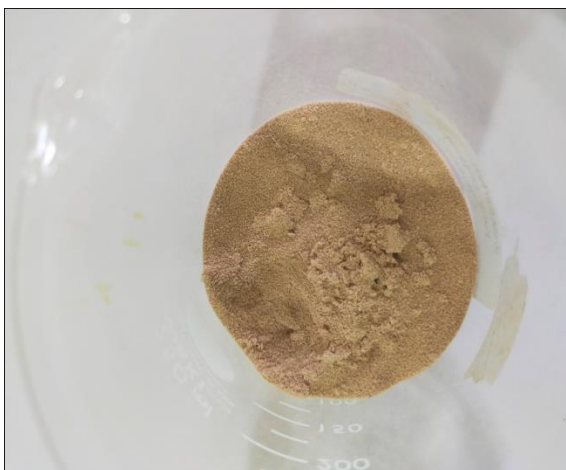
Kulit singkong setelah dicuci



Kulit Singkong di iris tipis



Kulit singkong setelah dijemur



Serbuk simplisia kulit singkong

## 2. Kulit Pinang



Pengumpulan Kulit Pinang



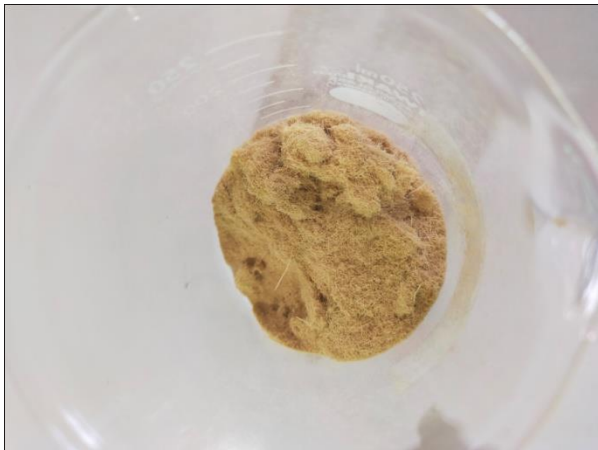
Kulit pinang setelah dicuci



Kulit pinang di iris tipis



Kulit Pinang setelah dijemur



Serbuk simplisia kulit pinang

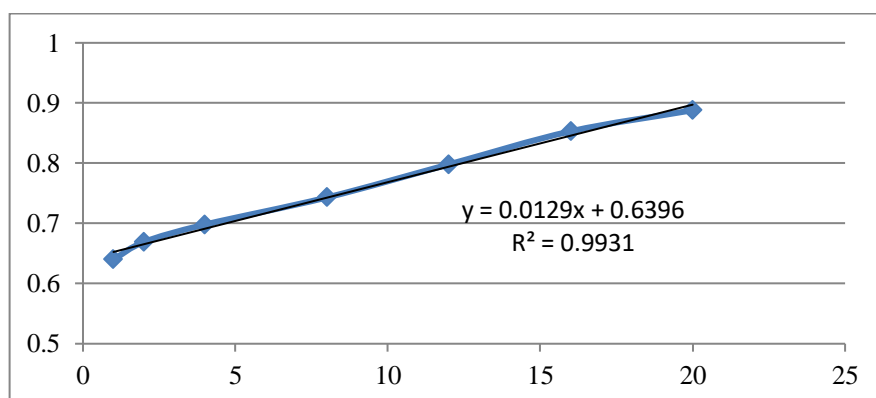
## LAMPIRAN 4

### 1. Pembuatan Stabilitas Kompleks Pb Alizarin sulfonat

#	SampleID	UserName	DateandTime	424,7nm(Abs)
1	8ppmPH5"0"	User	26/05/202312:20:15	1,052
2	8ppmPH5"5"	User	26/05/202312:25:22	1,049
3	8ppmPH5"10"	User	26/05/202312:30:25	1,052
4	8ppmPH5"15"	User	26/05/202312:35:29	1,052
5	8ppmPH5"20"	User	26/05/202312:40:35	1,052
6	8ppmPH5"25"	User	26/05/202312:45:39	1,052
7	8ppmPH5"30"	User	26/05/202312:50:42	1,052
8	8ppmPH5"35"	User	26/05/202312:55:46	1,052
9	8ppmPH5"40"	User	26/05/202313:00:53	1,052
10	8ppmPH5"45"	User	26/05/202313:05:58	1,052
11	8ppmPH5"50"	User	26/05/202313:11:02	1,052
12	8ppmPH5"55"	User	26/05/202313:16:06	1,052
13	8ppmPH5"60"	User	26/05/202313:21:15	1,052



### 2. Kurva Kalibrasi





### 3. Pembuatan pH Optimum



Larutan sebelum ditambahkan Buffer pH 5 dan Alizarin sulfonat



Larutan setelah ditambahkan Buffer pH 5 dan Alizarin sulfonat

#### 4. Pembuatan Waktu Kontak Optimum



Larutan Kulit singkong sebelum ditambahkan buffer pH 5 dan Alizarin sulfonat



Larutan Kulit singkong setelah ditambahkan buffer pH 5 dan Alizarin sulfonat



Larutan Kulit pinang sebelum ditambahkan buffer pH 5 dan Alizarin sulfonat



Larutan Kulit pinang setelah ditambahkan buffer pH 5 dan Alizarin sulfonat

### 5. Pembuatan Massa Optimum



Larutan Kulit singkong yang ditambahkan buffer pH 5 dan Alizarin sulfonat



Larutan Kulit pinang yang ditambahkan buffer pH 5 dan alizarin sulfonat

## LAMPIRAN 5

### PERHITUNGAN % EFEKTIVITAS

Rumus :

$$Ef (\%) = (Y_i - Y_f) / Y_i \times 100\%$$

#### 1. pH Optimum

##### Singkong

pH Optimum	Konsentrasi Limbah setelah Perlakuan	% Efektivitas
3	280,55	48,205
4	141,66	73,846
5	52,77	90,256
6	117,22	78,358

Pb Awal Limbah = 541,66

$$\begin{aligned} Ef (\%) &= \frac{(541,66 - 280,55)}{541,66} \times 100\% \\ &= 48,205 \% \end{aligned}$$

##### Pinang

pH Optimum	Konsentrasi Limbah setelah Perlakuan	% Efektivitas
3	256,66	58,76
4	88,88	83,58
5	30,55	94,35
6	82,77	84,71

Pb Awal Limbah = 541,66

$$\begin{aligned} Ef (\%) &= \frac{(541,66 - 256,66)}{541,66} \times 100\% \\ &= 58,76 \% \end{aligned}$$

## 2. Waktu Kontak Optimum

### Singkong

Waktu Optimum (Menit)	Konsentrasi Limbah setelah Perlakuan	% Efektivitas
15	392,8	27,487
30	276,7	48,923
45	256,1	52,718
60	227,2	58,051
75	210,6	61,128

Pb Awal Limbah = 541,66

$$\begin{aligned} \text{Ef (\%)} &= \frac{(541,66 - 392,8)}{541,66} \times 100\% \\ &= 27,487 \% \end{aligned}$$

### Pinang

Waktu Optimum (Menit)	Konsentrasi Limbah setelah Perlakuan	% Efektivitas
15	183,3	66,154
30	175	67,692
45	92,22	82,974
60	90	83,385
75	88,33	83,692

Pb Awal Limbah = 541,66

$$\begin{aligned} \text{Ef (\%)} &= \frac{(541,66 - 183,3)}{541,66} \times 100\% \\ &= 66,154 \% \end{aligned}$$

### 3. Massa Optimum

#### Singkong

<b>Massa Optimum (mg)</b>	<b>Konsentrasi Limbah setelah Perlakuan</b>	<b>% Efektivitas</b>
50	282,2	47,897
75	262,8	51,487
100	260	52
125	255	52,923
150	250	53,846
175	246,7	54,462

Pb Awal Limbah = 541,66

$$\begin{aligned} \text{Ef (\%)} &= \frac{(541,66 - 183,3)}{541,66} \times 100\% \\ &= 66,154 \% \end{aligned}$$

#### Pinang

<b>Massa Optimum (mg)</b>	<b>Konsentrasi Limbah setelah Perlakuan</b>	<b>% Efektivitas</b>
50	270	50,154
75	237,2	56,205
100	207,2	61,744
125	163,9	69,744
150	126,1	76,718
175	90	83,385

$$\begin{aligned} \text{Ef (\%)} &= \frac{(541,66 - 270)}{541,66} \times 100\% \\ &= 50,154 \% \end{aligned}$$

## LAMPIRAN 6

### PERHITUNGAN AKURASI

#### Konsentrasi 15 ppm

$$\begin{aligned} 1. \quad y &= 0,0129x - 0,6396 \\ 0,805 &= 0,0129x - 0,6396 \\ 0,805 + 0,6396 &= 0,0129x \\ 1,4446 &= 0,0129x \\ \frac{1,4446}{0,0129} &= x \\ 111,98 &= x \\ \% \text{ Recovery} &= \frac{556,6 - 541,6}{15} \times 100\% = 99,55\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \quad y &= 0,0129x - 0,6396 \\ 0,806 &= 0,0129x - 0,6396 \\ 0,806 + 0,6396 &= 0,0129x \\ 1,4456 &= 0,0129x \\ \frac{1,4456}{0,0129} &= x \\ 112,06 &= x \\ \% \text{ Recovery} &= \frac{556,6 - 541,6}{15} \times 100\% = 105,11\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \quad y &= 0,0129x - 0,6396 \\ 0,806 &= 0,0129x - 0,6396 \\ 0,806 + 0,6396 &= 0,0129x \\ 1,4456 &= 0,0129x \\ \frac{1,4456}{0,0129} &= x \\ 112,06 &= x \\ \% \text{ Recovery} &= \frac{556,6 - 541,6}{15} \times 100\% = 105,11\% \end{aligned}$$

### Konsentrasi 85 ppm

$$\begin{aligned} 1. \quad y &= 0,0129x - 0,6396 \\ 0,826 &= 0,0129x - 0,6396 \\ 0,826 + 0,6396 &= 0,0129x \\ 1,4656 &= 0,0129x \\ \frac{1,4656}{0,0129} &= x \\ 113,61 &= x \\ \% \text{ Recovery} &= \frac{624,93 - 541,6}{85} \times 100\% = 97,960 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \quad y &= 0,0129x - 0,6396 \\ 0,825 &= 0,0129x - 0,6396 \\ 0,825 + 0,6396 &= 0,0129x \\ 1,4646 &= 0,0129x \\ \frac{1,4646}{0,0129} &= x \\ 113,53 &= x \\ \% \text{ Recovery} &= \frac{556,6 - 541,6}{85} \times 100\% = 96,00 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \quad y &= 0,0129x - 0,6396 \\ 0,826 &= 0,0129x - 0,6396 \\ 0,826 + 0,6396 &= 0,0129x \\ 1,4656 &= 0,0129x \\ \frac{1,4656}{0,0129} &= x \\ 113,61 &= x \\ \% \text{ Recovery} &= \frac{624,93 - 541,6}{85} \times 100\% = 97,960 \% \end{aligned}$$

### Konsentrasi 150 ppm

$$\begin{aligned} 1. \quad y &= 0,0129x - 0,6396 \\ 0,847 &= 0,0129x - 0,6396 \\ 0,847 + 0,6396 &= 0,0129x \\ 1,4866 &= 0,0129x \\ \frac{1,4866}{0,0129} &= x \\ 115,24 &= x \\ \% \text{ Recovery} &= \frac{694,93 - 541,6}{150} \times 100\% = 102,17 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \quad y &= 0,0129x - 0,6396 \\ 0,847 &= 0,0129x - 0,6396 \\ 0,847 + 0,6396 &= 0,0129x \\ 1,4866 &= 0,0129x \\ \frac{1,4866}{0,0129} &= x \\ 115,24 &= x \\ \% \text{ Recovery} &= \frac{694,93 - 541,6}{150} \times 100\% = 102,17 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \quad y &= 0,0129x - 0,6396 \\ 0,846 &= 0,0129x - 0,6396 \\ 0,846 + 0,6396 &= 0,0129x \\ 1,4856 &= 0,0129x \\ \frac{1,4856}{0,0129} &= x \\ 115,16 &= x \\ \% \text{ Recovery} &= \frac{694,93 - 541,6}{150} \times 100\% = 101,06 \% \end{aligned}$$

## LAMPIRAN 7

### PERHITUNGAN PRESISI

$$1. \quad y = 0,0129x - 0,6396$$

$$0,826 = 0,0129x - 0,6396$$

$$0,826 + 0,6396 = 0,0129x$$

$$1,4656 = 0,0129x$$

$$\frac{1,4656}{0,0129} = x$$

$$113,61 = x$$

$$2. \quad y = 0,0129x - 0,6396$$

$$0,825 = 0,0129x - 0,6396$$

$$0,825 + 0,6396 = 0,0129x$$

$$1,4646 = 0,0129x$$

$$\frac{1,4646}{0,0129} = x$$

$$113,53 = x$$

$$3. \quad y = 0,0129x - 0,6396$$

$$0,826 = 0,0129x - 0,6396$$

$$0,826 + 0,6396 = 0,0129x$$

$$1,4656 = 0,0129x$$

$$\frac{1,4656}{0,0129} = x$$

$$113,61 = x$$

$$4. \quad y = 0,0129x - 0,6396$$

$$0,825 = 0,0129x - 0,6396$$

$$0,825 + 0,6396 = 0,0129x$$

$$1,4646 = 0,0129x$$

$$\frac{1,4646}{0,0129} = x$$

$$113,53 = x$$

$$5. \quad y = 0,0129x - 0,6396$$

$$0,826 = 0,0129x - 0,6396$$

$$0,826 + 0,6396 = 0,0129x$$

$$1,4656 = 0,0129x$$

$$\frac{1,4656}{0,0129} = x$$

$$113,61 = x$$

$$6. \quad y = 0,0129x - 0,6396$$

$$0,826 = 0,0129x - 0,6396$$

$$0,826 + 0,6396 = 0,0129x$$

$$1,4656 = 0,0129x$$

$$\frac{1,4656}{0,0129} = x$$

$$113,61 = x$$

$$7. \quad y = 0,0129x - 0,6396$$

$$0,826 = 0,0129x - 0,6396$$

$$0,826 + 0,6396 = 0,0129x$$

$$1,4656 = 0,0129x$$

$$\frac{1,4656}{0,0129} = x$$

$$113,61 = x$$

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum(x-x)^2}{n-1}}$$

=

$$\sqrt{\frac{(82,7-624,9)^2 + (82,7-623,2)^2 + (82,7-624,9)^2 + (82,7-623,3)^2 + (82,7-624,9)^2 + (82,7-624,9)^2 + (82,7-624,9)^2}{7-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(-542,2)^2 + (-540,5)^2 + (-542,2)^2 + (-540,6)^2 + (-542,2)^2 + (-542,2)^2 + (-542,2)^2}{6}}$$

$$= \sqrt{\frac{-1,084,4 + -292,14 + -540,6 + -540,6 + -1,084 + -1084 + -1,084}{6}}$$

$$= \sqrt{\frac{1,376,592}{6}} = \sqrt{0,22933} = 0,478\%$$

### Perhitungan RSD (KV)

$$\text{RSD} = \frac{\text{SD}}{x} \times 100\% = \frac{0,813}{82,7} \times 100\% = 0,9\%$$